

## Stroke control mechanism and method for reciprocating compressor

Publication number: CN1400388

Publication date: 2003-03-05

Inventor: JAE-WOO RYU (KR); MOON-GYO HWANG (KR); MI-UNG LEE (KR)

Applicant: LG ELECTRONICS INC (KR)

Classification:

- International: **F04B49/06; F04B35/04; H02P25/04; H02P27/06; F04B49/06; F04B35/00; H02P25/02; H02P27/04; (IPC1-7): F04B49/06; F04B35/04**

- European: F04B35/04S

Application number: CN20021020611 20020523

Priority number(s): KR20010046224 20010731

Also published as:

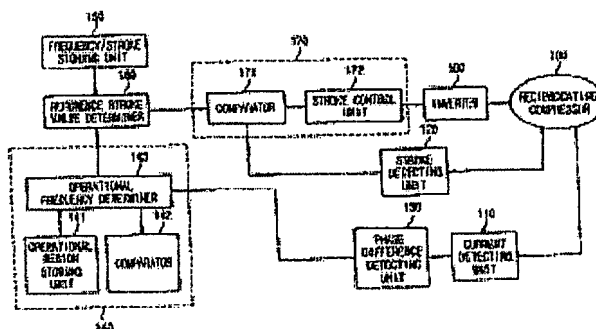
US6851934 (B2)  
US2003026702 (A1)  
JP2003056470 (A)  
DE10226491 (A1)  
CN1219975C (C)

Report a data error here

Abstract not available for CN1400388

Abstract of corresponding document: **US2003026702**

In a stroke control apparatus of a reciprocating compressor and a method thereof, the stroke control apparatus of the reciprocating compressor includes a reciprocating compressor, a current detecting unit for detecting a current flowing in a motor of the reciprocating compressor, a stroke detecting unit for detecting a piston stroke by using a voltage and a current applied to the motor of the reciprocating compressor, a phase difference detecting unit for detecting a phase difference by receiving the piston stroke from the stroke detecting unit and the motor current from the current detecting unit, an operational frequency determining unit for determining an operational frequency corresponded to an operation region according to the detected phase difference, a frequency/stroke storing unit for storing a piston stroke value by the determined operational frequency, a reference stroke value determining unit for determining a reference stroke value corresponded to the determined operational frequency by using the stroke value pre-stored in the frequency/stroke storing unit, a control unit for comparing the reference stroke value with a present piston stroke value after a certain time point and outputting a stroke control signal according to the comparison result and an inverter for varying an operational frequency and a voltage applied to the motor of the reciprocating compressor according to the stroke control signal of the control unit.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

[ 51 ] Int. Cl<sup>7</sup>

FO4B 49/06

F04B 35/04



## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02120611.2

[43] 公开日 2003 年 3 月 5 日

[11] 公开号 CN 1400388A

[22] 申请日 2002.5.23 [21] 申请号 02120611.2

### [30] 优先权

[32] 2001. 7.31 [33] KR [31] 46224/2001

[71] 申請人 LG 電子株式会社

地址 韩国汉城

[72] 发明人 刘戟有·黄攸圭·李徽雄

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责  
任公司

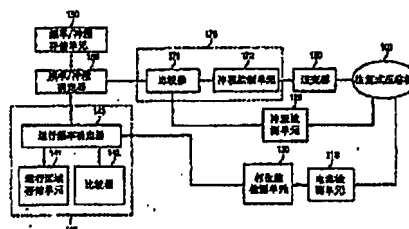
代理人 顾红霞 朱登河

权利要求书4页 说明书10页 附图7页

**[54] 发明名称** 往复式压缩机的冲程控制设备及其方法

**[57] 摘要**

在本发明的往复式压缩机的冲程控制设备及其方法中, 该设备包括往复式压缩机、电流检测单元、冲程检测单元、相位差检测单元、运行频率确定单元、频率/冲程存储单元、参照冲程值确定单元、控制单元、和逆变器。该方法包括当往复式压缩机按照参照运行频率运行时, 检测负荷变化; 当测出负荷变化时, 通过增加/减少运行频率来测定运行区域内的运行频率; 测出与高频运行区域内的运行频率相应的参照冲程值后, 根据该参照冲程值实现冲程控制。



ISSN 1008-4274

1. 一种往复式压缩机的冲程控制设备, 包括:  
往复式压缩机;  
5 电流检测单元, 用来检测流入往复式压缩机的电动机中的电流;  
冲程检测单元, 利用施加给往复式压缩机的电动机的电压和电流来检测活塞的冲程;  
相位差检测单元, 通过接收从冲程检测单元检测的活塞冲程和电流检测单元检测的电动机电流来检测相位差;  
10 运行频率确定单元, 根据所检测的相位差确定与运行区域相应的运行频率;  
频率/冲程存储单元, 利用所确定的运行频率存储活塞冲程值;  
参照冲程值确定单元, 利用预先存储在频率/冲程存储单元中的冲程值, 确定与所确定的运行频率相应的参照冲程值;  
15 控制单元, 用于把参照冲程值与一定时刻之后的当前活塞冲程值进行比较, 并根据比较结果输出冲程控制信号; 和  
逆变器, 用于根据控制单元产生的冲程控制信号, 改变运行频率和施加给往复式压缩机的电动机的电压。
- 20 2. 如权利要求 1 所述的设备, 其特征在于, 所述的运行频率确定单元包括:  
运行区域存储单元, 用于检测并存储在高效运行区域内的电动机电流和活塞冲程之间的相位差;  
比较器, 用于将在相位差检测单元内测定的相位差与运行区域内的相位差相比较; 和  
25 运行频率确定器, 用于当负荷变化使得相位差跑出运行区域时, 增加/减少运行频率然后输出之。
- 30 3. 如权利要求 2 所述的设备, 其特征在于, 通过在早期运行中按一定的频率单位增加/减少往复式压缩机的参照运行频率, 而某时刻

的运行频率处于运行区域内时，所述运行频率确定器就把该时刻的运行频率确定为运行频率。

5           4. 如权利要求 2 所述的设备，其特征在于，当电动机电流和活塞冲程间的相位差大于运行区域的上限时，所述的运行频率确定器提高运行频率。

10           5. 如权利要求 2 所述的设备，其特征在于，当电动机电流和活塞冲程间的相位差小于运行区域的下限时，所述的运行频率确定器减小运行频率。

6. 如权利要求 1 所述的设备，其特征在于，所述的逆变器能改变电动机的输入电压和频率。

15           7. 如权利要求 1 所述的设备，其特征在于，所述的逆变器为单相逆变器，可将直流电转换成单相交流电。

8. 一种往复式压缩机的冲程控制方法，包括：

当往复式压缩机按照参照运行频率运行时，检测负荷变化；

20           当测出负荷变化时，通过增加/减少运行频率来测定运行区域内的运行频率；和

确定与高效运行区域内的运行频率相应的参照冲程值后，根据该参照冲程值实现冲程控制。

25           9. 如权利要求 8 所示的方法，其特征在于，该方法进一步包括：测定高效运行区域内的相位差然后储存之。

10           10. 如权利要求 8 所示的方法，其特征在于，该方法进一步包括：存储与每个运行频率相应的活塞冲程。

## 往复式压缩机的冲程控制设备及其方法

## 5 技术领域

本发明涉及一种往复式压缩机的冲程控制设备及其方法，尤其涉及这样一种往复式压缩机的冲程控制设备及其方法，能够通过检测冲程和电流之间的相位差来提高往复式压缩机的工作效率，并改变工作频率，从而在每个负荷变化中产生接近 TDC（上止点）=0 的冲程位置工作距离。

## 技术背景

普通的往复式压缩机使用开关装置，间歇地为环绕电动机多相定子的线绕转子施加电源，根据电动机的转动来制造扭矩，并通过逐渐改变转子和定子间的激励状态，根据磁吸力进行的旋转来产生扭矩。

图 1 为传统往复式压缩机冲程控制设备的结构的方框图。

如图 1 所示，传统往复式压缩机冲程控制设备包括往复式压缩机 10，它通过上下运动活塞和改变冲程来调整制冷能力；电流检测单元 20，用于检测在往复式压缩机 10 中产生的电流；冲程检测单元 30，用于根据施加给往复式压缩机 10 的电压检测活塞的冲程；相位差检测单元 40，用于检测在电流检测单元 20 和冲程检测单元 30 内测出的电流和冲程的每一相的差值；冲程振动检测单元 50，它利用所检测相位差的变化量来检测冲程变化；冲程控制单元 60，用于检测冲程变化，计算根据使用者设定的期望制冷能力在往复式压缩机 10 运行中产生的冲程，将计算的冲程和使用者早时操作往复式压缩机 10 时输入的参照冲程值相比较，并输出转换控制信号以控制冲程；和逆变器 70，用于接收用于控制冲程的转换控制信号并运行往复式压缩机 10。

下面将描述传统往复式压缩机冲程控制设备的运行。

5 首先，借助根据使用者设定的最初参照冲程值的冲程输入电压，往复式压缩机 10 的活塞进行线性往复运动，通过活塞的线性往复运动测定作为活塞运动距离的冲程，从而通过改变冲程来控制制冷能力。这里，电流检测单元 20 和冲程检测单元 30 检测往复式压缩机 10 的电流和冲程。

10 随后，相位差检测单元 40 利用测出的电流和冲程检测相位，根据所检测的相位计算差值，并利用相位差的变化量来判断冲程振动。

15 在往复式压缩机 10 的初期运行过程中，冲程控制单元 60 根据最初的参照冲程值来控制往复式压缩机 10 的运行，在往复式压缩机 10 的运行过程中当从冲程变化检测单元 50 输入冲程变化检测信号时，冲程控制单元 60 向逆变器 70 输入反向信号。

如上所述，实现了以最大效率运行往复式压缩机 10 的操作控制。

20 然而，由于根据现有技术的往复式压缩机控制设备在其机械运动功能方面具有严重的非线性特点，不能通过不考虑非线性的线性控制方法来精确地实现往复式压缩机的运行。通过检测往复式压缩机的电流和冲程间的相位差之拐点，可提高运行效率并据此实现运行控制，但当持续运行往复式压缩机时，由于周围环境改变产生的负荷变化可能会导致运行效率降低。

25

#### 发明概述

因此，为解决上述问题，本发明的目的是提供一种往复式压缩机的冲程控制设备及其方法，能够利用检测冲程和电流间的相位差来提高运行效率，并在负荷变化中改变运行频率。

30

为实现上述目的，根据本发明的一种往复式压缩机的冲程控制设备包括往复式压缩机；电流检测单元，用来检测往复式压缩机的电动机中的电流；冲程检测单元，利用施加给往复式压缩机的电动机的电流和电压来检测活塞的冲程；相位差检测单元，通过接收从冲程检测单元检测的活塞冲程和电流检测单元检测的电动机电流来检测相位差；运行频率确定单元，根据所检测的相位差确定与运行区域相应的运行频率；频率/冲程存储单元，利用所确定的运行频率存储活塞冲程值；参照冲程值确定单元，利用预先存储在频率/冲程存储单元中的冲程值，确定与所确定运行频率相应的参照冲程值；控制单元，用于比较参照冲程值和一定时刻之后的当前活塞冲程值，并根据比较结果输出冲程控制信号；和逆变器，用于根据控制单元产生的冲程控制信号，改变运行频率和施加给往复式压缩机的电动机的电压。

另外，根据本发明的一种往复式压缩机的冲程控制方法包括：当往复式压缩机按照参照运行频率运行时，检测负荷变化；当测出负荷变化时，通过增加/减少运行频率来测定运行区域内的运行频率；测出与高频运行区域内的运行频率相应的参照冲程值后，根据该参照冲程值实现冲程控制。

## 附图概述

附图用于对本发明提供进一步理解，并构成本发明的一部分，示出本发明的实施例，还与说明书一起解释本发明的原理。

其中：

图 1 为传统往复式压缩机冲程控制设备的结构简图；

图 2 示出本发明往复式压缩机冲程控制设备的结构简图；

图 3 示出往复式压缩机的稳定运行区域的示意图；

图 4 示出根据本发明的往复式压缩机冲程控制方法的流程图；

图 6A 示出当往复式压缩机的运行频率不变时，根据负荷变化的往复式压缩机运行点的变化；

图 6B 示出当往复式压缩机的负荷不变时，根据运行频率的变化，

往复式压缩机运行点的变化；和

图 7 示出根据往复式压缩机的负荷变化，通过提高运行频率来进行冲程控制的示意图。

## 5 最佳实施例描述

下面，将结合附图详细描述根据本发明的一种往复式压缩机的冲程控制设备及其方法。

图 2 示出根据本发明的往复式压缩机冲程控制设备的结构的方框图。如图 2 所示，根据本发明的往复式压缩机冲程控制设备包括：往复式压缩机 100，它通过上下运动活塞来调整制冷能力，和根据使用者设定的参照冲程值利用施加给电动机的电压来改变冲程；电流检测单元 110，用来检测往复式压缩机 100 的电动机中的电流；冲程检测单元 120，利用施加给往复式压缩机 100 的电动机的电流和电压来检测活塞的冲程；相位差检测单元 130，通过接收从冲程检测单元 120 检测的活塞冲程和电流检测单元 110 检测的电动机电流来检测相位差；运行频率确定单元 140，预先存储与运行区域相应的运行频率，该运行区域为通过实验测定的相位差运行区域，判断在相位差检测单元 130 检测的相位差是否包括在相位差运行区域内，并确定运行频率以在运行区域内运行往复式压缩机 100；频率/冲程存储单元 150，利用每个运行频率预先存储活塞冲程值；参照冲程值确定器 160，利用预先存储在频率/冲程存储单元 150 中的冲程值，测定与从运行频率确定单元 140 输出的运行频率相应的参照冲程值；控制单元 170，用于把参照冲程值与一定时刻之后的当前活塞冲程值进行比较，并根据比较结果输出冲程控制信号；和逆变器 180，用于根据控制单元 170 产生的冲程控制信号，改变运行频率和施加给往复式压缩机 100 的电动机的电压。

这里，运行频率确定单元 140 包括：运行区域存储单元 141，用于预先存储与事先通过实验检测的相位差运行区域相应的运行频率，



以在该运行区域内运行运行往复式压缩机 100；比较器 142，用于将在相位差检测单元 130 内测定的相位差和相位差运行区域相比较；运行频率决定器 143，按一定的频率单位增加/减少参照运行频率，并当某一时刻的电流和活塞冲程间的相位差在运行区域内时，根据比较器 142 的比较信号检测作为运行频率的该时刻频率。

另外，控制单元 170 包括：比较器 171，用于比较参照冲程值和当前的冲程值；冲程控制单元 172，用于根据比较结果输出冲程控制信号来运行往复式压缩机。

下面，结合附图描述本发明的往复式压缩机的冲程控制设备的工作和优点。

在根据本发明的往复式压缩机的冲程控制设备中，运行频率是变化的，以使电动机在运行区域中运行，该运行区域具有  $90^\circ \pm \delta$  的活塞冲程和电流之间的相位差。电流检测单元 110 检测施加给压缩机 100 的电动机的电流，冲程检测单元 120 利用施加给电动机的电压和电流检测活塞冲程并分别向相位差检测单元 130 输出测出的电流和冲程。然后，运行频率检测单元 140 中的运行频率确定器 143 接收从相位差检测单元 130 得来的相位差而确定运行频率。

下面，将描述确定运行频率的过程。

首先，当往复式压缩机 100 处在机械共振状态下（运行频率的最大效率点），运行区域存储单元 141 根据电动机电流和活塞冲程间的相位差为  $90^\circ$  的点，存储某一定值（ $\pm \delta$ ）。这里，该定值由实验确定。

然后，将参照附图描述根据负荷变化的往复式压缩机 100 的运行效率。

图 3 示出往复式压缩机的稳定运行区域的示意图。

如图 3 所示, 往复式压缩机 100 的运行频率在电动机电流和活塞冲程间的相位差为  $90^\circ$  时最大, 该相位差在相位差检测单元 130 中检测得到。

然后, 比较器 142 接收从相位差检测单元 130 输出的活塞冲程和电流间的相位差, 将该相位差和预存在运行区域存储单元 141 内的运行区域相比较, 并根据比较结果向运行频率确定器 143 输出比较信号。

当随往复式压缩机 100 负荷变化而变化的相位差拐点在运行区域之外时, 运行频率确定器 143 按一定的频率单位增加/减少运行频率, 从而使电流和活塞冲程之间的相位差拐点回到运行区域内。然后, 通过把相位差拐点放到运行区域内而被控制的运行频率被输出到参照冲程值确定器 160。

然而, 当相位差拐点处在运行区域内时, 该时刻的频率被认为是运行频率并被直接输出到参照冲程值确定器 160。这里, 运行频率确定器 143 根据比较器 142 的比较信号向参照冲程值确定器 160 施加被控制的运行频率。

据此, 参照冲程值确定器 160 接收从运行频率确定单元 140 输出的运行频率, 并确定参照冲程值。这里, 频率/冲程存储单元 150 通过实验计算与从运行频率确定单元 140 输出的运行频率相应的活塞冲程并存储该冲程, 参照冲程值确定器 160 读取与运行频率相应的活塞冲程并将其确定为参照冲程值。

然后, 由比较器 171 和冲程控制器 172 构成的控制单元 170 向逆变器 180 施以冲程控制信号, 以运行往复式压缩机 100, 下面将描述产生冲程控制信号的过程。

首先，控制单元 170 的比较器 171 接收从参照冲程值确定器 160 输出的参照冲程值，将该参照冲程值与冲程检测单元 120 的活塞冲程相比，并根据比较结果输出冲程控制信号。更详细地，比较器 171 比较参照冲程值和活塞冲程，输出差别值，传出控制器 172 根据差别值产生补偿冲程控制信号，并将该补偿信号施加给逆变器 180。

随后，逆变器 180 根据控制单元 170 输出的冲程控制信号改变运行频率，从而改变施加给电动机的电压，因此可以实现对往复式压缩机 100 在运行区域内运行也就是以最大的效率运行的控制。

下面，将更详细地描述根据本发明的往复式压缩机的冲程控制方法的每个过程。

根据本发明的往复式压缩机的冲程控制方法包括：当往复式压缩机按照参照运行频率运行时，检测负荷变化；当测出负荷变化时，通过增加/减少运行频率来测定运行区域内的运行频率；测出与高频运行区域内的运行频率相应的参照冲程值后，根据该参照冲程值实现冲程控制。

20

图 4 示出根据本发明的往复式压缩机冲程控制方法的流程图。下面结合附图 5 到 7 详细描述上述过程。

首先，如 SP1 和 SP2 步骤所示，根据参照冲程的参照运行频率运行往复式压缩机 100 时，检测负荷变化。这里，通过检测是否活塞冲程和电动机电流间的相位差拐点处在一定运行区域 ( $90^\circ - \delta \sim 90^\circ + \delta$ ) 内，可以测出负荷变化。这里，如图 5 所示，活塞冲程和电动机电流间相位差 (相位 - CS) 的拐点根据随负荷变化而增大/减小的机械共振频率而变化。

30

图 5 示出根据往复式压缩机 100 的负荷变化, 机械共振频率的变化。如图 5 所示, 当往复式压缩机 100 的冲程不变而往复式压缩机 100 的负荷增大时, 往复式压缩机 100 的运行点从 A 点运动到 B 点。更详细地, 机械共振频率变大。

5

然而, 当负荷减小时, 往复式压缩机 100 的运行点从 A 点运动到 C 点。更详细地, 机械共振频率变小。如上所述, 当机械共振频率随往复式压缩机 100 的负荷变化而变化时, 最大效率点, 即往复式压缩机 100 的运行区域, 改变。

10

所以, 由于增大/减小随往复式压缩机 100 的负荷变化而变化的机械共振频率, 不会很好地实现往复式压缩机 100 的冲程控制。因此, 为了补偿随负荷变化而变化的机械共振频率的增加量/减小量, 通过改变运行频率, 使冲程和电动机电流间的相位差 (相位- $CS$ ) 的拐点落入运行区域内, 从而实现冲程控制。

15

然后, 当检测负荷变化时, 更详细地, 当活塞冲程和电动机电流间的相位差 (相位- $CS$ ) 的拐点处在一定运行区域 ( $90^\circ - \delta \sim 90^\circ + \delta$ ) 内时, 利用在往复式压缩机运行初期输入的参照运行频率可实现持续运行往复式压缩机。当活塞冲程和电动机电流间的相位差 (相位- $CS$ ) 的拐点不在一定运行区域 ( $90^\circ - \delta \sim 90^\circ + \delta$ ) 内时, 则判断相位差 (相位- $CS$ ) 的拐点是否具有一个大于一定运行区域 ( $90^\circ + \delta$ ) 的拐点的值, 如步骤 SP3 所示。

20

25

当相位差 (相位- $CS$ ) 的拐点具有一个大于一定运行区域 ( $90^\circ + \delta$ ) 的值时, 如步骤 SP4 所示, 增大运行频率; 当相位差 (相位- $CS$ ) 的拐点具有一个小于一定运行区域 ( $90^\circ + \delta$ ) 的值时, 如步骤 SP5 所示, 减小运行频率。然后如步骤 SP6 所示, 判断减小的运行频率是否在运行区域 ( $90^\circ - \delta \sim 90^\circ + \delta$ ) 内。当减小的运行频率在运行区域 ( $90^\circ - \delta \sim 90^\circ + \delta$ ) 内时, 判断减小的运行频率为运行频率, 如

30

步骤 SP7 所示。当减小的运行频率不在运行区域 ( $90^\circ - \delta \sim 90^\circ + \delta$ ) 内时, 执行步骤 SP3, 直至运行频率在运行区域 ( $90^\circ - \delta \sim 90^\circ + \delta$ ) 内。

5            这里, 如图 6A 和 6B 所示, 使用图例示出随负荷变化而改变的相位差变化和所相位差变化而改变的运行频率之间的关系, 来确定运行频率。

10           图 6A 和图 6B 分别示出根据往复式压缩机负荷变化的相位差拐点和根据相位差拐点的运行频率的变化。如图 6A 和图 6B 所示, 利用两个特征曲线的特征补偿往复式压缩机的负荷变化, 实现对运行的控制。

15           当活塞冲程和电流间的相位差拐点随往复式压缩机负荷变化而变化时, 通过增加/减小运行频率来使冲程和电流间的相位差 (相位 - CS) 的拐点落入高效运行区域内。更详细地, 当往复式压缩机在高效运行区域内运行而负荷增大时, 往复式压缩机离开高效运行区域。这里, 通过增加作为一定值的运行频率, 往复式压缩机返回高效运行区域。图 7 详细示出控制过程。

20           图 7 示出根据往复式压缩机的负荷变化, 通过提高运行频率来进行冲程控制的示意图。

25           如图 7 所示, 当往复式压缩机在一特定运行时刻以一常速运行时, 如果负荷变化不大, 且活塞冲程和电流间的相位差在稳定运行区域内, 则运行频率不变。

30           然而, 由于负荷增加使得运行点超过稳定运行区域时, 运行频率延虚线方向运动, 当由于负荷减小使得运行点小于稳定运行区域时, 运行频率延虚线方向运动。因此, 尽管发生负荷变化, 可通过改变运

行频率来提高压缩机 100 的运行效率，使得压缩机 100 的运行点接近  $TDC=0$ 。

5           然后，如步骤 SP8 所示，与确定运行区域内的运行频率相关的参照冲程值被确定；如步骤 SP9 所示，根据参照冲程值实现冲程控制。这里，通过实验预先测定了在运行区域内的相位差（相位- $CS$ ）的拐点，该相位差（相位- $CS$ ）的拐点用于实现稳定运行和运行频率，并预先存储该拐点。另外，检测并预先存储每个运行频率的冲程。

10           然后，重复执行控制过程，可在机械共振点，即最大效率点，运行往复式压缩机。

15           在往复式压缩机冲程控制过程中，当没有随负荷变化的相位差变化时，可通过仅仅比较初期活塞冲程和一定时间后的活塞冲程来实现冲程控制过程。

更详细地，当初期活塞冲程大于一定时间后的活塞冲程时，压缩机的输入减小，当初期活塞冲程小于一定时间后的活塞冲程时，压缩机的输入增大。

20

如上所述，改变运行频率来控制冲程，使得将活塞接近  $TDC=0$  处的运行距离作为共振频率区域，从而可以通过运行效率。

25           因为本发明可以有多种形式的实施例且不偏离本发明的精神或主要特征，应当理解除非被另外说明，上述实施例不会局限于前述描述中的任一细节之中，而是广义地构成于在本发明的附属权利要求的范围和精神中，因而所有落入本发明权利要求范围内的变化和修改或与该范围等同的替换都将被本发明权利要求所涵盖。

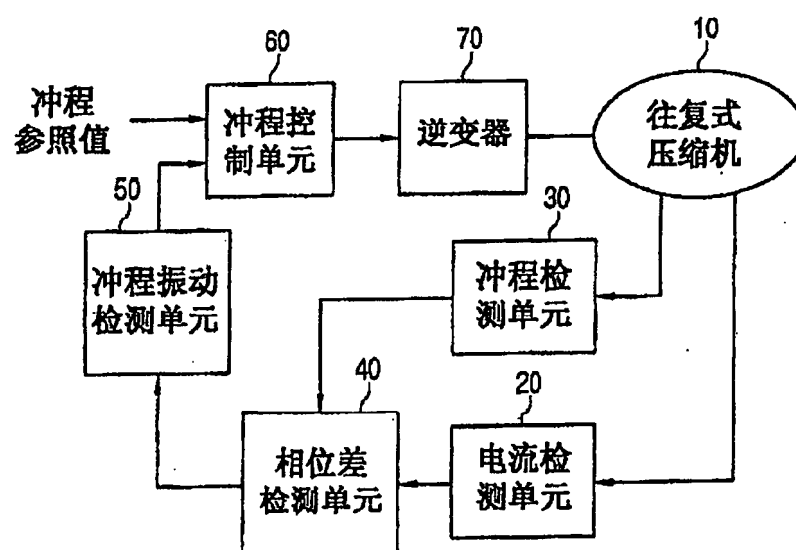


图1

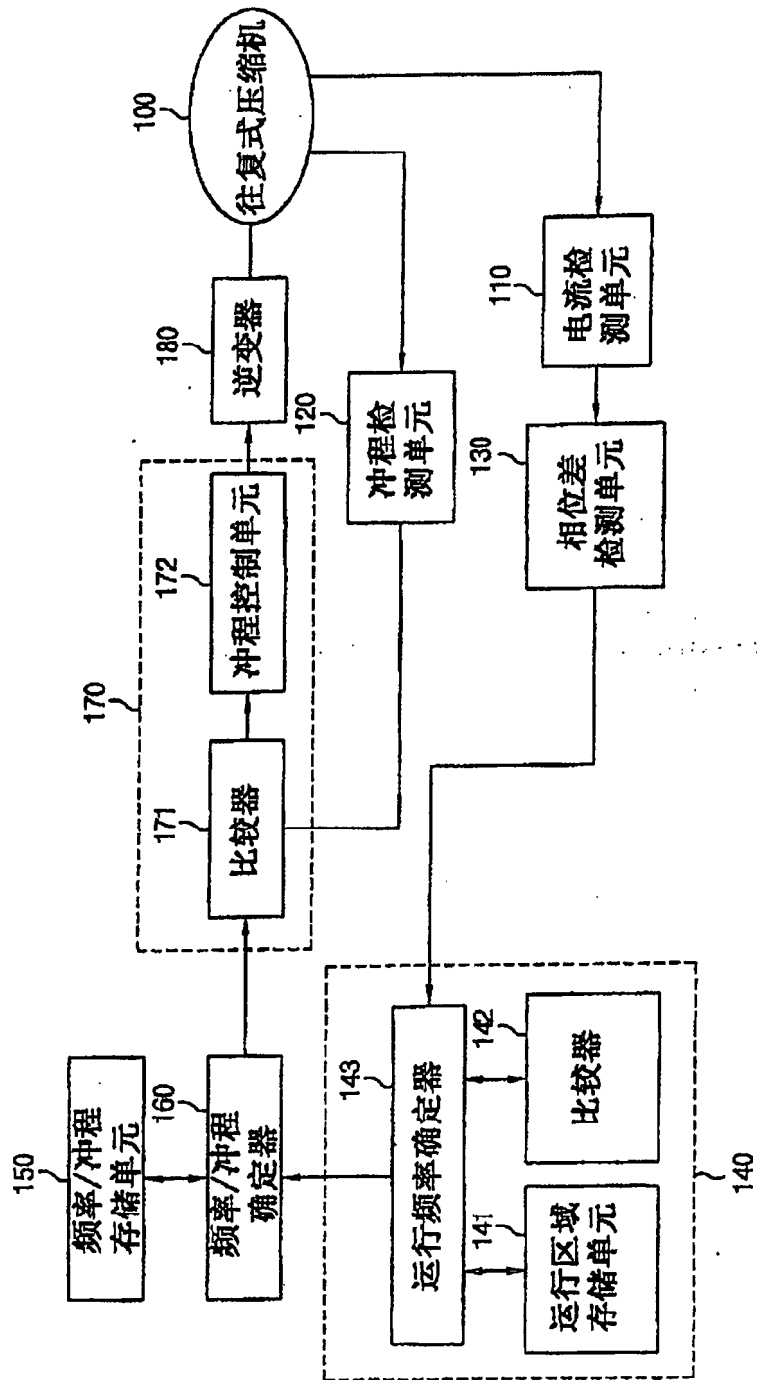


图2



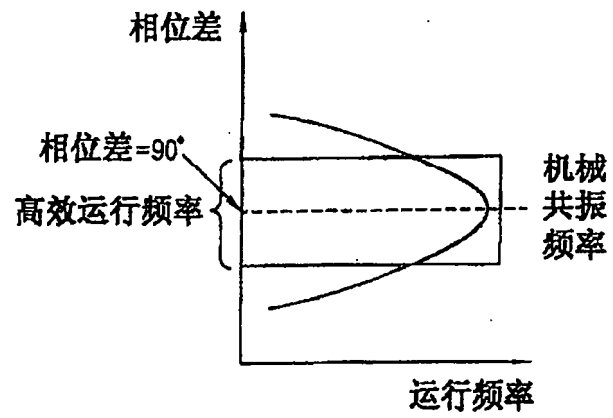


图3

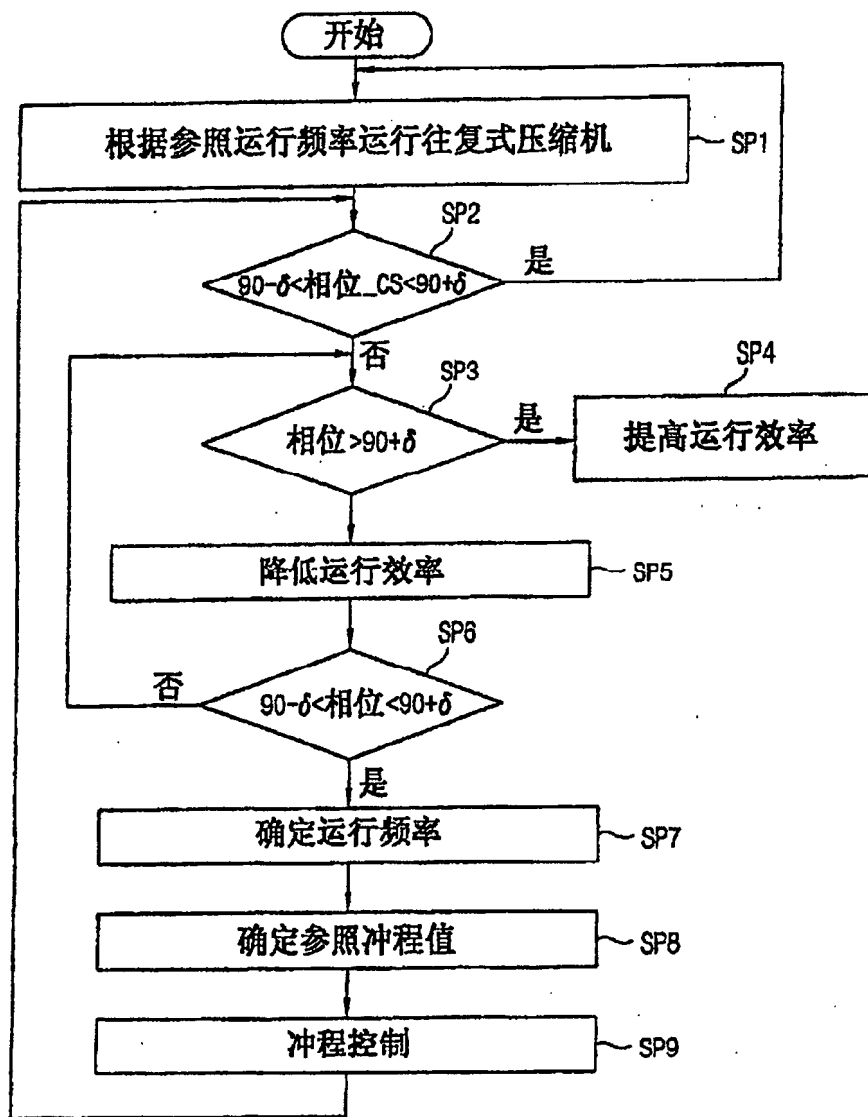


图4

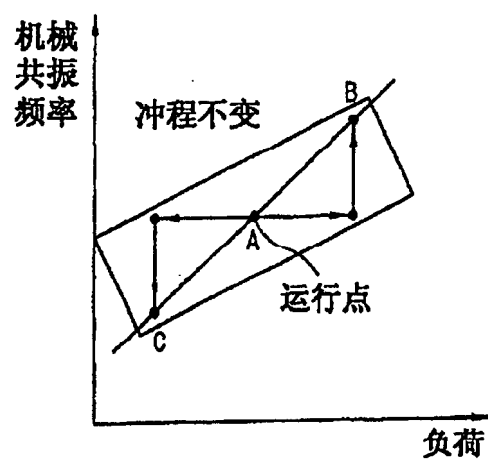


图5

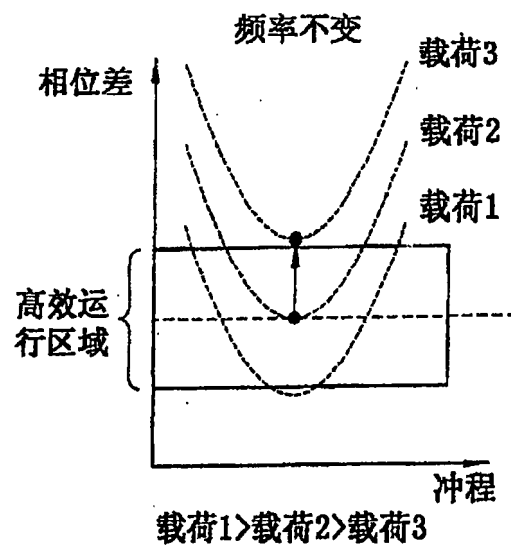


图6A

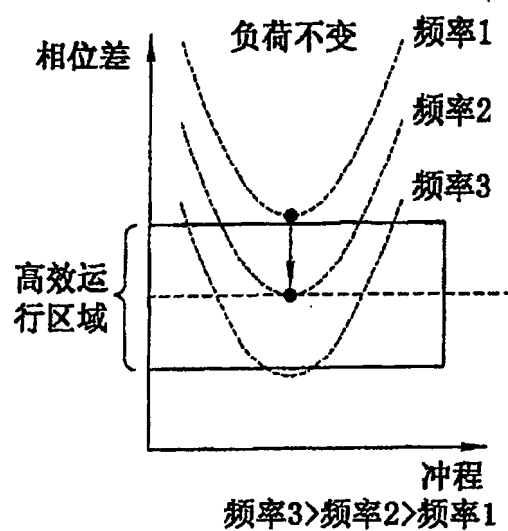


图6B

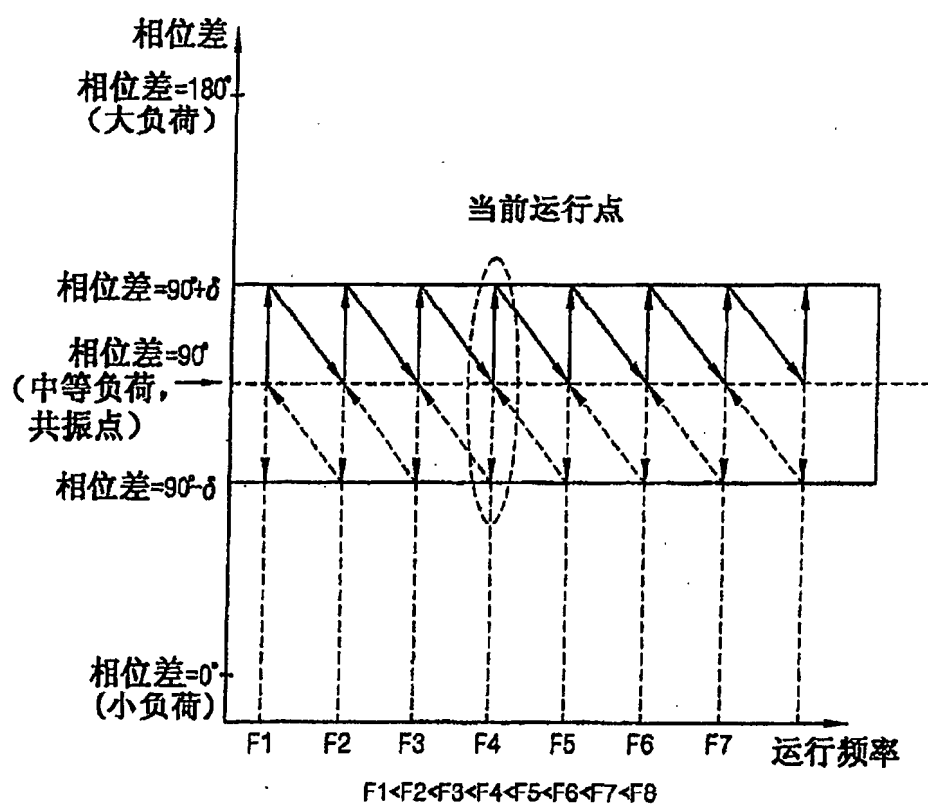


图7